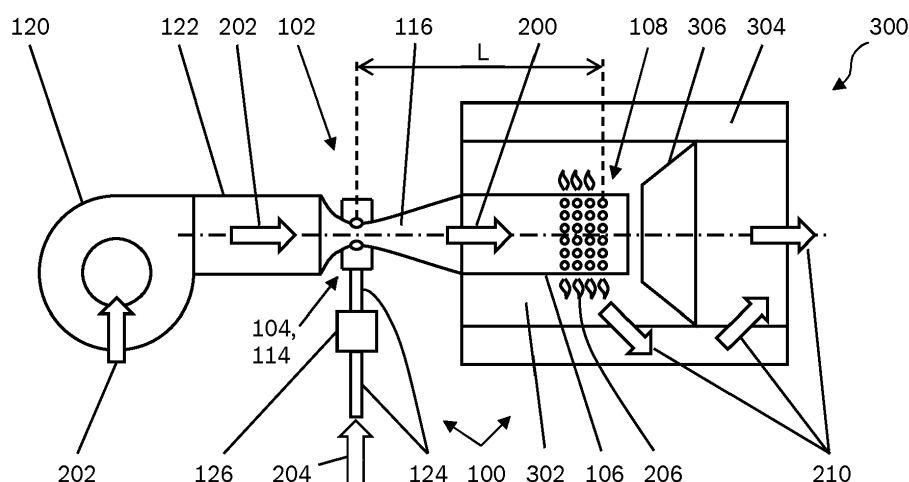




Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Es sind bereits Brenner zum Verbrennen eines Brennstoff-Luft-Gemischstroms, umfassend einen Mischer zum Erzeugen des Brennstoff-Luft-Gemischstroms, eine Brenneroberfläche zum räumlichen Stabilisieren einer Verbrennung des Brennstoff-Luft-Gemischstroms, und einen Gemischkanal zum gemischleitenden Verbinden von Mischer und Brenneroberfläche, bekannt.

[0002] Ferner ist es bekannt (siehe beispielsweise C. M. Guirao, R. Knystautas, J. H. Lee, W. Benedick, M. Berman, Hydrogen-Air Detonations, Ninetinth Symposium (International) on Combustion, The Combustion Institute, Pittsburgh, 1982, 583-590), ein Brennstoff-Luft-Gemisch anhand seiner Detonationszellengröße zu beschreiben. Diese spezifische Kenngröße beschreibt eine experimentell nachweisbare Zellstruktur eines detonierenden Brennstoff-Luft-Gemischs. Die Detonationszellengröße hängt unter anderem ab von der Brennstoffart, dem Brennstoff-Luft-Mengenverhältnis, der Temperatur und dem Druck.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Erfindung geht aus von einem Brenner zum Verbrennen eines Brennstoff-Luft-Gemischstroms, umfassend einen fluiddurchströmbaren Mischer zum Erzeugen des Brennstoff-Luft-Gemischstroms durch Zusammenführen eines Brennstoffstroms mit einem Luftstrom, wobei der Mischer zumindest eine Brennstofföffnung zum Einleiten des Brennstoffstroms in den Luftstrom aufweist; eine Brenneroberfläche zum räumlichen Stabilisieren einer Verbrennung des Brennstoff-Luft-Gemischstroms an zumindest einer Gemischöffnung in der Brenneroberfläche; und einen Gemischkanal zum gemischleitenden Verbinden von Mischer und Brenneroberfläche.

[0004] Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Länge einer Gemischströmungsstrecke, gemessen zwischen der Brennstofföffnung und der Gemischöffnung, im Bereich eines Neunfachen bis Elffachen, bevorzugt im Bereich eines Neuneinhalbfachen bis Zehneinhalbfachen, besonders bevorzugt im Bereich eines Zehnfachen, einer Detonationszellengröße für ein stöchiometrisches Brennstoff-Luft-Gemisch unter Brennerbetriebsbedingungen liegt.

[0005] Unter einem Fluid wird hier insbesondere ein Brennstoff, insbesondere ein gasförmiger Brennstoff, oder ein Oxidationsmittel für den Brennstoff, insbesondere Luft, oder ein Gemisch aus Brennstoff und Oxidationsmittel verstanden. Der Brennstoffstrom und der Luftstrom werden in den Mischer eingeleitet, darin, insbesondere in einem Mischraum im Inneren des Mischers, zusammengeführt und gemischt, wodurch der Brennstoff-Luft-Gemischstrom entsteht. Der Mischer weist eine Lufteintrittsöffnung zum Eintreten des Luftstroms in

den Mischer, eine Brennstofföffnung zum Eintreten des Brennstoffstroms in den Mischer, den Mischraum und eine Gemischaustrittsöffnung zum Austreten des Brennstoff-Luft-Gemischstroms aus dem Mischer auf. Die mindestens eine Brennstofföffnung kann insbesondere eine kreisförmige Öffnung oder eine spaltförmige Öffnung in den Mischraum sein, die auf einem Umfang des Mischraums angeordnet sind.

[0006] Der Brennstoff-Luft-Gemischstrom strömt aus der Gemischaustrittsöffnung des Mischers in den Gemischkanal und weiter zur Brenneroberfläche. Die Brenneroberfläche weist eine Gemischöffnung oder mehrere Gemischöffnungen auf, durch die der Brennstoff-Luft-Gemischstrom austreten kann. Die Strecke zwischen Brennstofföffnung und Gemischöffnung ist die Gemischströmungsstrecke. Stromabwärts der Gemischöffnung in der Brenneroberfläche wird der Gemischstrom gezündet und verbrannt. Der Mischer und der Gemischkanal bedingen die Güte einer möglichst homogenen Gemischbildung, die für eine schadstoffarme Verbrennung benötigt wird.

[0007] Die Aufgabe von Brenneroberfläche und Gemischöffnung ist es, die Verbrennung räumlich zu stabilisieren, so dass die Flamme ortsfest brennt und weder von der Brenneroberfläche abhebt noch durch die Gemischöffnung in den Gemischkanal zurückschlägt. Ein Flammenrückschlag stellt eine potentiell gefährliche Situation dar. So kann die Verbrennungshitze der zurückgeschlagenen Flamme an einen hierfür nicht ausgelegten Ort innerhalb des Brenners (beispielsweise der Mischer) thermische Überlastung und thermisches Bauteilversagen hervorrufen. Flammenrückschlag durch die Gemischöffnung in den mit einem brennbaren Brennstoff-Luft-Gemisch gefüllten Gemischkanal kann auch zu einer Verpuffung oder Explosion, insbesondere mit plötzlicher Volumenausdehnung der beteiligten Fluide und starkem Druckanstieg, führen. Dabei kann es zur Überschreitung einer maximal zulässigen Druckbeanspruchung kommen, was ein mechanisches Bauteilversagen oder ein Aufheben des mechanischen Zusammenhalts von Brennerkomponenten zur Folge haben kann.

[0008] Es wurde herausgefunden, dass es eine geeignete Lösung für die Brennerauslegung ist, die Länge der Gemischströmungsstrecke einzuschränken, so dass einerseits eine möglichst homogene Gemischbildung erreicht wird, andererseits mögliche Schäden durch Flammenrückschlag, insbesondere durch Verpuffung und/oder Explosion, minimiert werden. Dabei wurde überraschend herausgefunden, dass die Länge der Gemischströmungsstrecke universell durch eine Einschränkung auf ein Vielfaches der Detonationszellengröße besonders vorteilhaft beschrieben werden kann, wobei das Vielfache im Bereich eines Neun- bis Elffachen, bevorzugt im Bereich eines Neuneinhalb- bis Zehneinhalbfachen, liegt und besonders bevorzugt in etwa ein Zehnfaches, ist. In etwa ein Zehnfaches bedeutet hier insbesondere genau ein Zehnfaches; alternativ kann es auch um 1 % bis 3 % vom Zehnfachen abweichen.

[0009] Unter der Gemischströmungsstrecke wird hier die Strömungsstrecke des Brennstoff-Luft-Gemischstroms verstanden, gemessen ab dem Ort seiner Erzeugung, nämlich dort wo der Brennstoffstrom durch die Brennstofföffnung in den Mischraum und in den dort strömenden Luftstrom eintritt, bis zum Ort seines Austretens aus dem Brenner und nachfolgenden Verbrennens, nämlich dort wo der Brennstoff-Luft-Gemischstrom durch die Gemischöffnung in der Brenneroberfläche austritt.

[0010] Bei der Bestimmung der Detonationszellengröße werden insbesondere stöchiometrische Brennstoff-Luft-Verhältnisse sowie im weiteren die herrschenden Brennerbetriebsbedingungen in der Gemischströmungsstrecke bei aktiver Verbrennung angenommen. Als diese Brennerbetriebsbedingungen sollen hier insbesondere Temperaturen zwischen 0 °C und 40 °C, insbesondere 20 °C; Drücke zwischen 800 mbar und 1200 mbar, insbesondere 1013 mbar; sowie im Wesentlichen trockenes Brennstoff-Luft-Gemisch gelten.

[0011] Eine vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer zumindest zwei Brennstofföffnungen und/oder eine Mehrzahl an Brennstofföffnungen aufweist, wobei die Länge der Gemischströmungsstrecke zwischen der Gemischöffnung und der am weitesten von der Gemischöffnung entfernten Brennstofföffnung gemessen ist.

[0012] Eine am weitesten von der Gemischöffnung entfernte Brennstofföffnung ist insbesondere eine am weitesten stromaufwärts der Gemischströmung angeordnete Brennstofföffnung. Bei dieser Brennerauslegung wird ein Brennerbetrieb insbesondere besonders sicher.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass die Brenneroberfläche zumindest zwei Gemischöffnungen und/oder eine Mehrzahl oder Vielzahl an Gemischöffnungen aufweist, wobei die Länge der Gemischströmungsstrecke zwischen der Brennstofföffnung und der am weitesten von der Brennstofföffnung entfernten Gemischöffnung gemessen ist.

[0014] Eine am weitesten von der Brennstofföffnung entfernte Gemischöffnung ist insbesondere eine am weitesten stromabwärts der Gemischströmung angeordnete Gemischöffnung. Bei dieser Brennerauslegung wird ein Brennerbetrieb insbesondere besonders sicher.

[0015] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Gemischströmungsstrecke zwischen der Brennstofföffnung und der Gemischöffnung längs eines Strömungsfadens des Brennstoff-Luft-Gemischstroms gemessen ist.

[0016] Unter der Annahme einer laminaren Gemischströmung gibt der Strömungsfaden die tatsächlich durchströmte Strecke eines beispielhaft herausgegriffenen Gemischvolumens wieder. Dieser Begriff soll so aber auch für eine turbulente Gemischströmung verwendet werden. Mit dieser Definition lässt sich der Begriff der

Länge der Gemischströmungsstrecke insbesondere auch auf nicht gestreckte, beispielsweise gekrümmte, Gemischströmungsstrecken anwenden.

[0017] Die Länge der Gemischströmungsstrecke ist insbesondere längs des Gemischkanals gemessen.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner eine, insbesondere steuerbare und/oder regelbare, Luftfördereinheit umfasst und/oder mit einer, insbesondere steuerbaren und/oder regelbaren, Luftfördereinheit verbindbar ist, wobei ein Luftkanal zum luftleitenden Verbinden von Luftfördereinheit und Mischer vorgesehen ist.

[0019] Die Luftfördereinheit fördert den Luftstrom. Die Luftfördereinheit umfasst insbesondere ein Luftgebläse mit steuerbarer und/oder regelbarer Drehzahl. Insbesondere ist die Luftfördereinheit stromaufwärts des Mixers angeordnet.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner mit einer Brennstoffquelle verbindbar ist, insbesondere mittels einer steuerbaren und/oder regelbaren Brennstoffventileinheit, wobei eine Brennstoffleitung zum brennstoffleitenden Verbinden von Brennstoffquelle und Mischer vorgesehen ist, wobei die Brennstoffleitung an der Brennstofföffnung in den Mischer mündet.

[0021] Die Brennstoffquelle stellt den Brennstoffstrom bereit. Die Brennstoffquelle wird insbesondere von einer Brennstoffversorgungsleitung oder einem Brennstofftank gebildet. Die Brennstoffventileinheit umfasst insbesondere ein Dosierventil zum gesteuerten und/oder geregelten Dosieren des Brennstoffstroms in den Mischer. Die Brennstoffleitung leitet den Brennstoff von der Brennstoffquelle zur Brennstoffventileinheit und zum Mischer.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer nach Art einer Venturidüse ausgebildet ist, wobei der Luftstrom durch einen in Luftströmungsrichtung konisch sich verengenden Düsenabschnitt und einen stromabwärts folgenden, konisch sich aufweitenden Düsenabschnitt geführt ist, wobei die Brennstofföffnung oder die Brennstofföffnungen im Bereich einer Querschnittsverengung zwischen den beiden Düsenabschnitten der Venturidüse angeordnet ist (sind).

[0023] Die Venturidüse beschleunigt den Luftstrom und erzeugt einen Unterdruck, mittels dessen der Brennstoffstrom in den Mischer gesaugt wird. Unter einem konischen Düsenabschnitt ist hier insbesondere ein Düsenabschnitt zu verstehen, der im Längsschnitt durch die Düse längs einer Strömungsrichtung gerade beziehungsweise gestreckte Flanken als Düsenwand aufweist. In einer anderen Ausführungsform ist unter einem konischen Düsenabschnitt insbesondere auch ein Düsenabschnitt zu verstehen, der im Längsschnitt durch die Düse längs einer Strömungsrichtung gekrümmte, insbesondere konvex gekrümmte, Flanken als Düsenwand aufweist.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bren-

neroberfläche eine zylindrische Brenneroberfläche ist, wobei die zumindest eine Gemischöffnung auf der Mantelfläche des Zylinders ausgebildet ist.

[0025] Insbesondere weist die zylindrische Mantelfläche des Brenners in einem endseitigen Abschnitt eine Perforation durch eine Vielzahl von regelmäßig angeordneten, benachbarten Gemischöffnungen auf.

[0026] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner ein Wasserstoff-Brenner ist.

[0027] Unter einem Wasserstoff-Brenner ist insbesondere ein für die Verwendung von Wasserstoff als Brennstoff geeigneter Brenner zu verstehen. Diese Eignung ergibt sich insbesondere unter anderem durch die Materialauswahl bei Brennerkomponenten und/oder Dichtungen; durch die konstruktive und thermische Auslegung, Fluidbereitstellung, Fluiddurchsätze und/oder Sicherheitsvorkehrungen. Unter Wasserstoff ist insbesondere ein Gemisch zu verstehen, das im Wesentlichen aus molekularem Wasserstoff (H_2) besteht. Im Wesentlichen aus molekularem Wasserstoff bestehen bedeutet hier ein reines Wasserstoffgas; alternativ kann der Wasserstoff auch geringe Beimischungen von insbesondere gasförmigen Begleitstoffen wie zum Beispiel Sauerstoff, Stickstoff, Wasserdampf, Kohlenwasserstoffen, Kohlendioxid und/oder Kohlenmonoxid enthalten.

[0028] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner ausgebildet ist, einen Wasserstoff-Luft-Gemischstrom zu erzeugen und zu verbrennen, wobei der Brennstoff zumindest im Wesentlichen Wasserstoff ist, wobei die der Auslegung des Brenners zugrundegelegte Detonationszellengröße eine Detonationszellengröße für ein stöchiometrisches Wasserstoff-Luft-Gemisch unter Brennerbetriebsbedingungen ist.

[0029] Die Detonationszellengröße für ein stöchiometrisches Wasserstoff-Luft-Gemisch bei Brennerbetriebsbedingungen für Temperatur und Druck beträgt laut Literatur in etwa 15 Millimeter. Daten für weitere Brennstoffe sind ebenfalls der Literatur zu entnehmen.

[0030] Die Ausbildung des Brenners, um einen Wasserstoff-Luft-Gemischstrom zu erzeugen und zu verbrennen, kann insbesondere die geeignete Materialauswahl bei Brennerkomponenten und/oder Dichtungen sowie die konstruktive Auslegung von Längen und/oder Durchmessern von Wasserstoff-, Luft- oder Gemischdurchströmten Kanälen und Öffnungen der Luftfördereinheit, des Luftkanals, der Brennstoffleitung, der Brennstoffventileinheit, des Mischers, des Gemischkanals und/oder der Brenneroberfläche bedeuten; ebenso wie die Auswahl einer geeigneten Zündquelle.

[0031] Die Erfindung betrifft auch ein Heizgerät zum Erwärmen eines Wärmeträgermediums mittels eines Brenners, umfassend eine Brennkammer zum Aufnehmen einer Verbrennung eines Brennstoff-Luft-Gemischstroms und einen Wärmeübertrager zum Erwärmen des Wärmeträgermediums mittels der bei der Verbrennung des Brennstoff-Luft-Gemischstroms erzeugten heißen

Verbrennungsabgase, wobei der Brenner nach zumindest einer der vorstehenden Darstellungen ausgebildet ist.

[0032] Unter einem Heizgerät ist insbesondere eine Einrichtung zur Wärme- und/oder Warmwasserversorgung im häuslichen oder gewerblichen Bereich zu verstehen. Unter einem Wärmeträgermedium ist insbesondere ein Heizungsmedium wie Heizungswasser oder Heizluft und/oder ein Trinkwasser zu verstehen, das auf einer Sekundärseite des Wärmeübertragers strömen und erwärmt werden kann. Die Brennkammer nimmt insbesondere die Brenneroberfläche und/oder die Verbrennung auf, schirmt die Verbrennung gegenüber der Umgebung ab und leitet die heißen Verbrennungsabgase zur Wärmeabgabe in eine Primärseite des Wärmeübertragers.

[0033] Mit der Erfindung sind ein Brenner und ein Heizgerät geschaffen, die ein Brennstoff-Luft-Gemischstrom sicher erzeugen und verbrennen können. Mögliche Risiken, die sich insbesondere aus einem Flammenrückschlag ergeben könnten, werden durch eine vorteilhafte Auslegung des Brenners minimiert, so dass das Heizgerät sicher betrieben werden kann.

Zeichnung

[0034] Weitere Ausgestaltungen und Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind vier Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen. Es zeigt:

Figur 1: ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brenners,
 Figur 2: ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brenners,
 Figur 3: ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Heizgerätes,
 Figur 4: ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Heizgerätes.

[0035] Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brenners (100) zum Verbrennen eines Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200), wobei die dargestellte Anordnung im Wesentlichen rotationssymmetrisch zu einer Längsachse (A) ist. Der Brenner (100) umfasst einen fluiddurchströmbaren Mischer (102) zum Erzeugen des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) durch Zusammenführen eines Brennstoffstroms (204) mit einem Luftstrom (202), wobei der Luftstrom (202) durch eine Lufteintrittsöffnung (118) in den Mischer (102) eintritt. Der Brennstoffstrom (204) tritt in einen am Mischer (102) ausgebildeten Brennstoffverteilkanal (Ringkanal 114) ein. Der Mischer (102), insbesondere der Brennstoffverteilkanal

(114), weist fünf oval dargestellte Brennstofföffnungen (104) zum Einleiten des Brennstoffstroms (204) in den Mischraum (116) im Inneren des Mischers (102) und in den dort strömenden Luftstrom (202) auf (dieses Einleiten ist mittels zwei kleiner, beispielhafter Pfeile für den Brennstoffstrom (204) an zwei Brennstofföffnungen (104) dargestellt). Weiter umfasst der Brenner (100) einen Gemischkanal (110) zum gemischleitenden Verbinden von Mischer (102) und Brenneroberfläche (106). Die möglichst homogene Gemischbildung findet im Mischer (102) und im Gemischkanal (110) statt. Weiter umfasst der Brenner (100) eine Brenneroberfläche (106) zum räumlichen Stabilisieren einer Verbrennung (206) des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) an hier vorliegend drei Gemischöffnungen (108) in der Brenneroberfläche (106). Der Brenner (100) ist so ausgelegt, dass eine Länge (L) einer Gemischströmungsstrecke (112), gemessen zwischen der Brennstofföffnung (104) und der Gemischöffnung (108), im Bereich eines Neuneinhalbfachen bis Zehneinhalbfachen, besonders bevorzugt im Bereich eines Zehnfachen, einer Detonationszellengröße für ein stöchiometrisches Brennstoff-Luft-Gemisch (200) unter Brennerbetriebsbedingungen liegt. Der Mischer (102) nach Figur 1 weist fünf Brennstofföffnungen (104) auf, die in zwei Ebenen angeordnet sind. Die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) ist als die zwischen den drei Gemischöffnungen (108), die in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, und den am weitesten von den Gemischöffnungen (108) entfernten Brennstofföffnungen (104) gemessene Länge definiert. Figur 2 zeigt einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brenners (100). Abweichend von dem Brenner nach Figur 1 sind in Figur 2 die Brennstofföffnungen (104) in einer gemeinsamen Ebene angeordnet; die Brennstofföffnungen (104) können beispielsweise kreisförmig ausgebildet und umfänglich aufeinander folgend am Brennstoffverteilkanal (114) angeordnet in den Mischraum (116) münden (dargestellt sind nur zwei Brennstofföffnungen (104) in einer gemeinsamen Ebene, weitere Brennstofföffnungen (104) können umfänglich der zylindrischen Berührfläche von Mischer (102) und Brennstoffverteilkanal (114) angeordnet sein). Die Brennstofföffnung (104) kann alternativ auch spaltförmig in Form eines umfänglich umlaufenden, in den Mischraum (116) mündenden Spalts ausgebildet sein. Abweichend von Figur 1 sind die Gemischöffnungen (108), insbesondere umfänglich, auf einer zylindrischen Mantelfläche einer zylindrischen Brenneroberfläche (106) in drei Ebenen angeordnet (dargestellt sind je Ebene nur zwei Gemischöffnungen (108), weitere Gemischöffnungen (108) können umfänglich der zylindrischen Brenneroberfläche (106) in den drei Ebenen angeordnet sein). Die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) ist als die zwischen den Brennstofföffnungen (104), die in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, und den am weitesten von den Brennstofföffnungen (104) entfernten Gemischöffnungen (108) gemessene Länge de-

finiert.

[0036] Figur 3 zeigt einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Heizgerätes (300) zum Erwärmen eines Wärmeträgermediums mittels eines Brenners (100). Das Heizgerät (300) umfasst eine Brennkammer (302) zum Aufnehmen einer Verbrennung (206) eines Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) und einen Wärmeübertrager (304) zum Erwärmen des Wärmeträgermediums mittels der bei der Verbrennung (206) des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) erzeugten heißen Verbrennungsabgase (210). Ein Verdrängungskörper (306) lenkt die heißen Verbrennungsabgase (210) aus der Brennkammer (302) in den Wärmeübertrager (304).

[0037] Der Brenner (100) nach Figur 3 umfasst einen fluiddurchströmbaren Mischer (102) zum Erzeugen des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) durch Zusammenführen eines Brennstoffstroms (204) mit einem Luftstrom (202), wobei der Mischer (102) eine Lufteintrittsöffnung (118) zum Eintreten des Luftstroms (202) in den Mischer (102) und eine oder mehrere Brennstofföffnungen (104) zum Einleiten des Brennstoffstroms (204) in den Luftstrom (202) aufweist.

[0038] Stromabwärts des Mischers (102) schließt sich ein Gemischkanal (110) an, der den Brennstoff-Luft-Gemischstrom (200) zur Brenneroberfläche (106) leitet. Die Brenneroberfläche (106) dient zur räumlichen Stabilisierung einer Verbrennung (Flamme 206) des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) an den mehreren Gemischöffnungen (108) in der Brenneroberfläche (106). Die Brenneroberfläche (106) ist als eine zylindrische Brenneroberfläche (106) ausgebildet, wobei die mehreren Gemischöffnungen (108) auf der Mantelfläche des Zylinders ausgebildet sind.

[0039] Die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112), gemessen zwischen der am weitesten stromaufwärts angeordneten Brennstofföffnung (104, in Figur 3 liegen alle Brennstofföffnungen 104 in einer Ebene) und der am weitesten stromabwärts angeordneten Gemischöffnung (108), liegt im Bereich eines Neuneinhalbfachen bis Zehneinhalbfachen, besonders bevorzugt im Bereich eines Zehnfachen, einer Detonationszellengröße für ein stöchiometrisches Brennstoff-Luft-Gemisch (200) unter Brennerbetriebsbedingungen.

[0040] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Brenner (100) ein Wasserstoff-Brenner. Die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) beträgt für den Wasserstoff-Brenner beispielsweise 150 Millimeter, das entspricht einem Zehnfachen der Detonationszellengröße von 15 Millimeter für ein stöchiometrisches Wasserstoff-Luft-Gemisch. Alternativ beträgt die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) beispielsweise 142,5 Millimeter, das entspricht einem Neuneinhalbfachen der Detonationszellengröße von 15 Millimeter für ein stöchiometrisches Wasserstoff-Luft-Gemisch.

[0041] Stromaufwärts des Mischers (102) ist eine, insbesondere steuerbare und/oder regelbare, Luftförder-

einheit (120), insbesondere ein Luftgebläse, angeordnet; ein Luftkanal (122) ist zum luftleitenden Verbinden von Luftfördereinheit (120) und Mischer (102) vorgesehen. Die Luftfördereinheit (120) saugt Luft insbesondere aus einer Aufstellungsumgebung des Heizgeräts (300) an und fördert den Luftstrom (202) durch den Luftkanal (122) in den Mischer (102). Ebenfalls stromaufwärts des Mischers (102), und hydraulisch parallel zu Luftfördereinheit (120) und Luftkanal (122), ist eine Brennstoffleitung (124) zur brennstoffleitenden Verbindung des Mischer (102) mit einer Brennstoffquelle (208) angeordnet, wobei eine, insbesondere steuerbare und/oder regelbare, Brennstoffventileinheit (126) in der Brennstoffleitung (124) zum Dosieren des Brennstoffstroms (204) vorgesehen ist. Die Brennstoffleitung (124) mündet an der Brennstofföffnung (104) in den Mischer (102). Der Mischer (102) ist nach Art einer Venturidüse ausgebildet. In Luftströmungsrichtung folgt nach der Lufteintrittsöffnung (118) ein konisch sich verengender Düsenabschnitt und ein stromabwärts folgender, konisch sich aufweitender Düsenabschnitt. Zwischen diesen Düsenabschnitten, im Bereich einer Querschnittsverengung, sind die Brennstofföffnungen (104) angeordnet.

[0042] Figur 4 zeigt einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Heizgeräts (300). Das Heizgerät (300) nach Figur 4 unterscheidet sich von dem Heizgerät (300) nach Figur 3 im Wesentlichen dadurch, dass der Gemischkanal (110) gekrümmt ausgebildet ist. An Figur 4 lässt sich gut erkennen, wie die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) zwischen der Ebene der Brennstofföffnungen (104) und der Ebene der am weitesten von den Brennstofföffnungen (104) entfernten Gemischöffnungen (108) längs eines Strömungsfadens (212) des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) zu messen ist.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Brenner (100) ein Wasserstoff-Brenner. Die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) beträgt für den Wasserstoff-Brenner beispielsweise 145,5 Millimeter, das entspricht knapp einem Zehnfachen der Detonationszellengröße von 15 Millimeter für ein stöchiometrisches Wasserstoff-Luft-Gemisch. Alternativ beträgt die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) beispielsweise 135 Millimeter, das entspricht einem Neunfachen der Detonationszellengröße von 15 Millimeter für ein stöchiometrisches Wasserstoff-Luft-Gemisch.

[0044] Es empfiehlt sich, die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) unter einem Zehnfachen der Detonationszellengröße zu halten. Längen (L) zwischen einem Neunfachen und einem Zehnfachen, bevorzugt zwischen einem Neuneinhalbfachen und einem Zehnfachen haben sich besonders bewährt. Für den Wasserstoff-Brenner entspricht das Längen (L) im Bereich zwischen 135 Millimeter und 150 Millimeter, bevorzugt im Bereich zwischen 142,5 Millimeter und 150 Millimeter. Damit ist ein Brenner geschaffen, bei dem einerseits eine möglichst homogene Gemischbildung erreicht wird, andererseits mögliche Schäden durch Flammenrückschlag, ins-

besondere durch Verpuffung und/oder Explosion, minimiert werden.

5 Patentansprüche

1. Brenner (100) zum Verbrennen eines Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200), umfassend

- einen fluiddurchströmbaren Mischer (102) zum Erzeugen des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) durch Zusammenführen eines Brennstoffstroms (204) mit einem Luftstrom (202), wobei der Mischer (102) zumindest eine Brennstofföffnung (104) zum Einleiten des Brennstoffstroms (204) in den Luftstrom (202) aufweist,
- eine Brenneroberfläche (106) zum räumlichen Stabilisieren einer Verbrennung (206) des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) an zumindest einer Gemischöffnung (108) in der Brenneroberfläche (106),
- einen Gemischkanal (110) zum gemischleitenden Verbinden von Mischer (102) und Brenneroberfläche (106),

dadurch gekennzeichnet, dass eine Länge (L) einer Gemischströmungsstrecke (112), gemessen zwischen der Brennstofföffnung (104) und der Gemischöffnung (108), im Bereich eines Neunfachen bis Elffachen, bevorzugt im Bereich eines Neuneinhalbfachen bis Zehneinhalbfachen, besonders bevorzugt im Bereich eines Zehnfachen, einer Detonationszellengröße für ein stöchiometrisches Brennstoff-Luft-Gemisch (200) unter Brennerbetriebsbedingungen liegt.

2. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer (102) zumindest zwei Brennstofföffnungen (104) und/oder eine Mehrzahl an Brennstofföffnungen (104) aufweist, wobei die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) zwischen der Gemischöffnung (108) und der am weitesten von der Gemischöffnung (108) entfernten Brennstofföffnung (104) gemessen ist.

3. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Brenneroberfläche (106) zumindest zwei Gemischöffnungen (108) und/oder eine Mehrzahl an Gemischöffnungen (108) aufweist, wobei die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) zwischen der Brennstofföffnung (104) und der am weitesten von der Brennstofföffnung (104) entfernten Gemischöffnung (108) gemessen ist.

4. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L) der Gemischströmungsstrecke (112) zwischen der Brennstofföffnung (104) und der Gemischöffnung (108) längs eines Strömungsfadens (212) des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) gemessen ist. 5
5. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (100) eine, insbesondere steuerbare und/oder regelbare, Luftfördereinheit (120) umfasst und/oder mit einer, insbesondere steuerbaren und/oder regelbaren, Luftfördereinheit (120) verbindbar ist, wobei ein Luftkanal (122) zum luftleitenden Verbinden von Luftfördereinheit (120) und Mischer (102) vorgesehen ist. 10
6. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (100) mit einer Brennstoffquelle (208) verbindbar ist, insbesondere mittels einer steuerbaren und/oder regelbaren Brennstoffventileinheit (126), wobei eine Brennstoffleitung (124) zum brennstoffleitenden Verbinden von Brennstoffquelle (208) und Mischer (102) vorgesehen ist, wobei die Brennstoffleitung (124) an der Brennstofföffnung (104) in den Mischer mündet. 15
7. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer (102) nach Art einer Venturidüse ausgebildet ist, wobei der Luftstrom (202) durch einen in Luftströmungsrichtung konisch sich verengenden Düsenabschnitt und einen stromabwärts folgenden, konisch sich aufweitenden Düsenabschnitt geführt ist, wobei die Brennstofföffnung (104) im Bereich einer Querschnittsverengung zwischen den beiden Düsenabschnitten der Venturidüse angeordnet ist. 20
8. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Brennero-berfläche (106) eine zylindrische Brennero-berfläche (106) ist, wobei die zumindest eine Gemischöffnung (108) auf der Mantelfläche der zylindrischen Brennero-berfläche (106) ausgebildet ist. 25
9. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (100) ein Wasserstoff-Brenner ist. 30
10. Brenner (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (100) 35

ausgebildet ist, einen Wasserstoff-Luft-Gemischstrom (200) zu erzeugen und zu verbrennen, wobei der Brennstoff zumindest im Wesentlichen Wasserstoff ist,

wobei die der Auslegung des Brenners (100) zugrundegelegte Detonationszellengröße eine Detonationszellengröße für ein stöchiometrisches Wasserstoff-Luft-Gemisch (200) unter Brennerbetriebsbedingungen ist.

11. Heizgerät (300) zum Erwärmen eines Wärmeträgermediums mittels eines Brenners (100), umfassend

- eine Brennkammer (302) zum Aufnehmen einer Verbrennung (206) eines Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200),
- einen Wärmeübertrager (304) zum Erwärmen des Wärmeträgermediums mittels der bei der Verbrennung (206) des Brennstoff-Luft-Gemischstroms (200) erzeugten heißen Verbrennungsabgase (210),

dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (100) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist.

Fig. 1

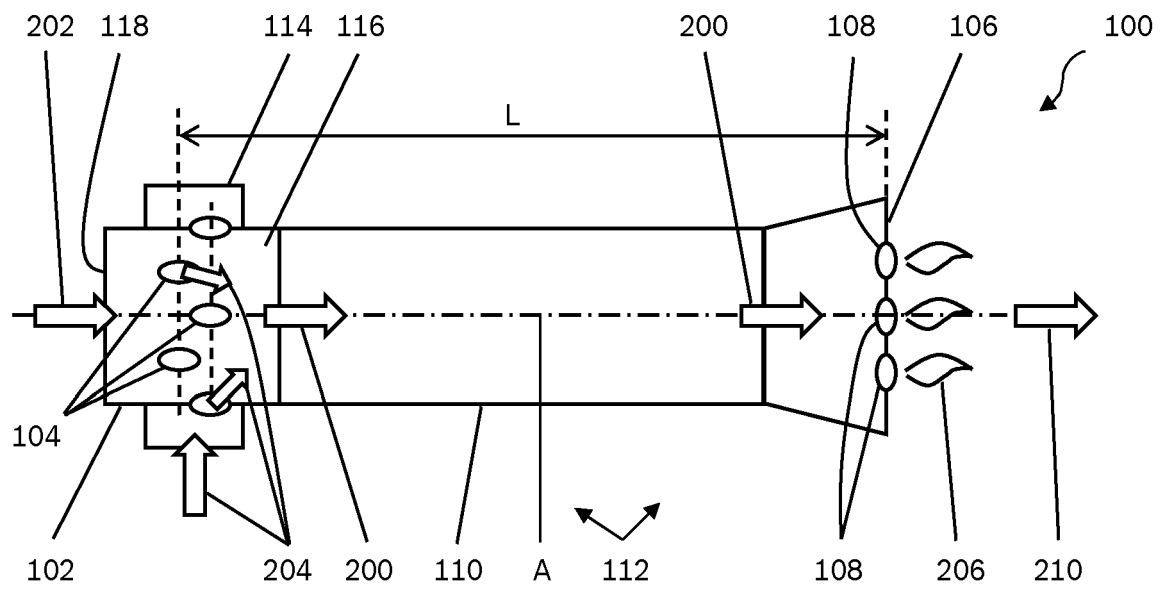


Fig. 2

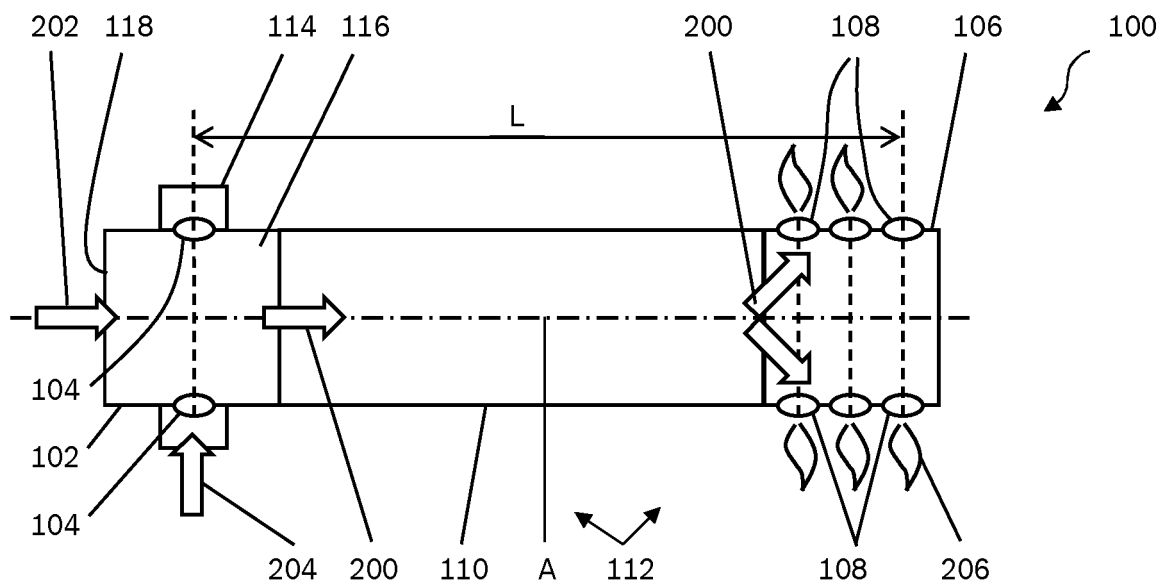


Fig. 3

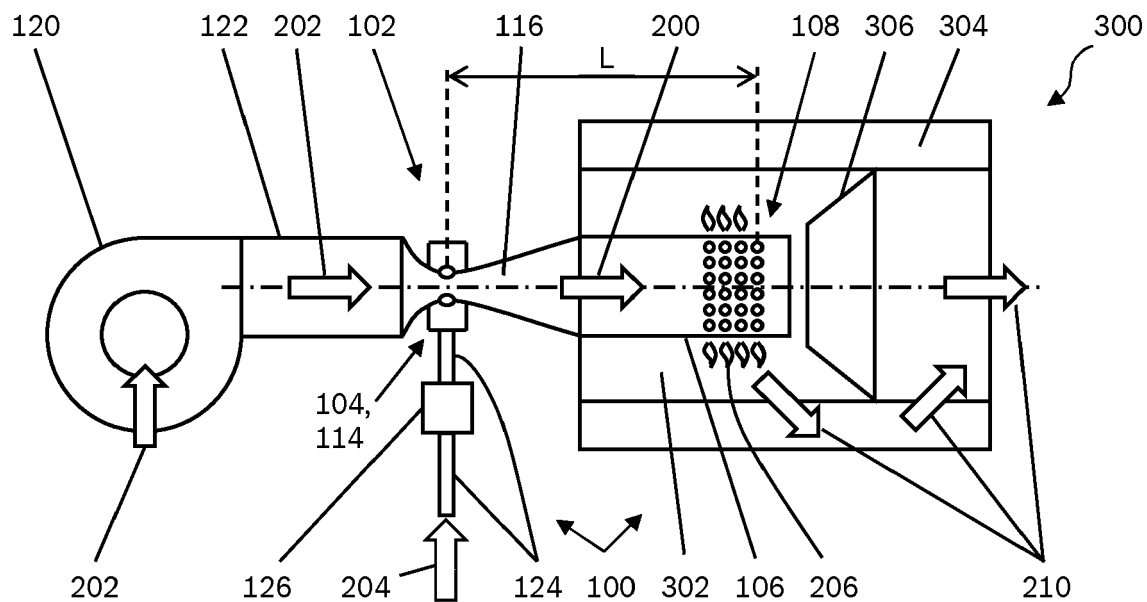
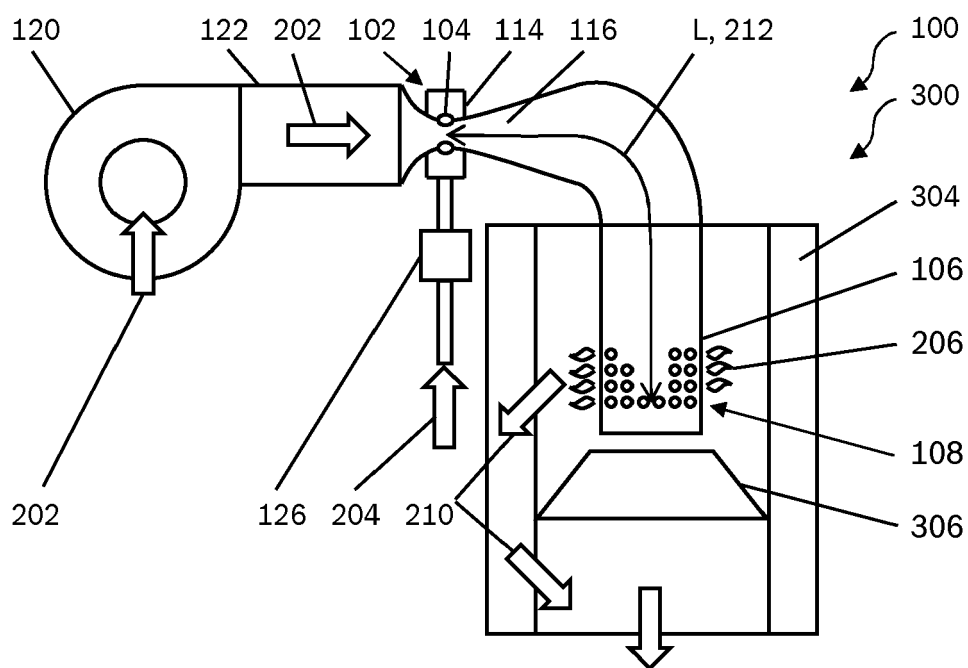


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 15 7691

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	KR 2007 0097930 A (ACOD INC [KR]) 5. Oktober 2007 (2007-10-05) * Absatz [0017] - Absatz [0046]; Abbildungen 1,2 * -----	1,9,10	INV. F23D14/62 F23D14/02
A	EP 2 863 125 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. April 2015 (2015-04-22) * Absatz [0003] - Absatz [0028]; Abbildungen 1-4 * -----	1	
A	GUIRAO C.M. ET AL: "Hydrogen-air detonations", SYMPOSIUM (INTERNATIONAL) ON COMBUSTION, Bd. 19, Nr. 1, 1. Januar 1982 (1982-01-01) , Seiten 583-590, XP055822097, ISSN: 0082-0784, DOI: 10.1016/S0082-0784(82)80232-4 * das ganze Dokument * -----	1,9,10	
A	Hauptmanns Ulrich: "Prozess- und Anlagensicherheit" In: "Prozess- und Anlagensicherheit", 1. Januar 2020 (2020-01-01), Springer Vieweg, XP055822119, ISBN: 978-3-662-59708-8 Seiten 31-33, * das ganze Dokument * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23C F23D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Juli 2021	Prüfer Theis, Gilbert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 15 7691

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-07-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	KR 20070097930 A	05-10-2007	KEINE	
15	EP 2863125 A1	22-04-2015	CN 104613495 A	13-05-2015
			DE 102013220950 A1	16-04-2015
			EP 2863125 A1	22-04-2015
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **C. M. GUIRAO ; R. KNYSTAUTAS ; J. H. LEE ; W. BENEDICK ; M. BERMAN.** Hydrogen-Air Detonations, Ninetinth Symposium (International) on Combustion. The Combustion Institute, 1982, 583-590
[0002]